

万国超,曹邦英,全晓艳. 农业科技成果转化创新绩效评价——以四川省为例[J]. 江苏农业科学,2019,47(12):320-324.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.12.072

农业科技成果转化创新绩效评价 ——以四川省为例

万国超¹, 曹邦英¹, 全晓艳²

(1. 成都信息工程大学, 四川成都 610103; 2. 四川农村科技发展中心, 四川成都 610041)

摘要:以创新理论、竞争力理论和可持续竞争理论为基础,在完善农业科技成果转化创新绩效评价指标体系后,采用将熵权法与灰色综合评价法相结合的方法,建立农业科技成果转化创新绩效评价方法,并以四川省“十二五”期间的重大农业科技成果转化项目为样本进行实证检验,归纳总结排名靠前企业共有的经验、排名靠后企业共存的问题,从而得出结论与启示,旨在为企业经营者和政府部门提供农业科技成果转化创新绩效评价方法,并为外部投资者进行农业企业价值预测和决策提供有意义的参考。

关键词:农业科技成果转化;创新绩效;熵权法;灰色综合评价法

中图分类号: G311;F324.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)12-0320-05

在农业供给侧结构性改革的大背景下,“强化科技创新驱动,引领现代农业加快发展”已成共识。农业科技成果转化对推动我国农业科技创新起到了巨大的促进作用^[1],但农业科技成果转化效果如何、对项目承担企业的科技创新能力提升如何评价等问题越来越受到社会关注。目前,对我国农业科技成果转化资金(简称农转资金)的研究可以分为理论研究和实证研究两方面。理论研究主要集中在农转资金实施过程中面临的问题、农业科技成果转化能力的评价指标体系等;实证研究以农业科技转化资金的评价研究居多,如徐彬等采用模糊综合评判法对四川省成都市农业科技成果进行了实证研究^[2];王志丹等通过对 966 家不同类型农业科技创新主体进行问卷调查,对其在获专利授权数、带动农户能力、产品销售收入 3 个方面进行绩效评价和比较研究^[3];张琳等在系统研究我国农业科技成果转化资金绩效状况的基础上,构建适合我国农业科技成果转化的绩效评价体系,并对 2006—2010 年全国农业科技成果转化资金项目的绩效状况进行评价和分析^[4];刘笑冰等对我国不同技术领域、不同区域以及不同性质单位的农业技术成果转化资金,运用综合评价方法进行综合绩效评价^[5]。通过对已有文献的归纳分析可知,农转资金的研究主要集中于资金绩效的评价,对于农转资金项目的科技创新能力的评价尚处于起步阶段,所进行的研究往往集中于区域内农业科技转化的评价,但缺少对农转资金承担主体企业的综合创新能力分析,对于其创新绩效的研究更是少见。本研究在完善农业科技成果转化创新绩效评价指标体系的基础上,运用创新理论、核心竞争力理论、可持续发展

理论,采用将熵权法与灰色综合评价法两者有效结合的方法,建立农业科技成果转化创新绩效评价方法,并以四川省“十二五”期间的重大农业科技转化项目为样本进行实证检验,归纳总结排名靠前企业共有的经验、排名靠后企业共存的问题,从而得出结论与启示。本研究丰富了农业科技创新评价理论,对于政府部门、农业投资者及农业管理者具有重要的参考价值。

1 农业科技成果转化创新绩效评价指标设置原则

本研究在对农业科技转化项目创新绩效进行评价时,希望可以突出农业科技创新活动的本质特点,为实现评价目标,在指标设置时遵循 4 个基本原则:第一,全面性原则。科技创新绩效是一个多层次、多维度的复杂体系,囊括了从创新投入到经营绩效多方面的内容,应力求评价指标的全面性、系统性。第二,科学性原则。应围绕科技成果转化的创新绩效实质进行指标选取,所构建的指标体系能够突出农业科技创新活动的一般性和特殊性,还能兼顾数据的可得性和指标的可比性。第三,可操作性原则。创新绩效评价方法的研究在于应用,选取的指标必须便于从企业获取可靠数据和准确量化。第四,突出性原则。根据评价目的和评价内容进行指标的选取,突出科技成果转化项目自身的特点,实现指标之间内在的联系,力求实现创新绩效评价方法的独创性。

2 农业科技成果转化创新绩效评价模型构建

2.1 农业科技成果转化创新绩效评价指标体系

当前,学者们提出的农业科技创新绩效指标体系内容各异,针对农业科技成果转化项目的创新绩效评价指标体系更是鲜见,原因主要有 2 个方面:一方面是由于农业科技转化涉及的情况复杂多样,涉及的内容非常具体,影响其创新绩效的评价因素各式各样;另一方面是学者们选择的研究对象不同,对研究对象的内外外部环境考虑的侧重点不同,致使对其创新绩效评价指标的筛选过程会有所侧重。基于对农业科技成果

收稿日期:2018-03-03

基金项目:四川省社会科学界联合会规划项目(编号:SC17B025);四川省教育厅重点项目(编号:18SA153)。

作者简介:万国超(1981—),男,山东青岛人,副教授,主要从事政策评价、公司财务及金融研究。Tel: (028) 84833025; E-mail: 45325318@qq.com。

转化创新绩效评价设置的基本原则,本研究构建农业科技成果转化创新绩效评价指标体系(表1)。首先,农业科技成果转化创新投入能力方面。技术创新的不断投入是企业可持续增长的内生动力,技术创新能力同企业业绩呈正相关^[6],而影响技术创新投入最主要的因素是研发投入水平、外部融资额及研发人员密度。其中,研发投入水平既衡量了研发投入的强度又体现了对技术创新能力的重视程度,选择技术人员密度和高端农业人才引进数量2个指标,既考虑从事农业活动影响的人力资本技术投入,又考虑长期发展对技术劳务数量和质量的影响,突出考虑农业技术人员对农业科技创新的影响。外部融资额体现了农业科技成果转化项目的外部资金保障水平,研发投入率体现了研发投入的强度和对技术创新能力的重视程度。其次,农业科技成果转化科技创新产出能力方面。从技术产出和经济产出2个角度加以考虑。技

术产出方面,以无形资产和固定资产产出为视角,选用国内专利授权量、获得省部级以上奖励数、转化科技成果数、新建科技示范基地数、新改扩建生产线数等5个二级指标近似表示。经济产出方面,从盈利能力和国际竞争力2个层次考虑,前者用销售毛利率反映创新对农业科技成果转化企业整体盈利能力的影 响,后者选用出口创汇收入反映农业科技成果转化企业参与国际竞争的能力。最后,农业科技成果转化可持续发展力方面。可持续发展理论认为,企业的可持续发展能力是持续获得市场竞争优势的能力,它来源于其所特有的那些有价值的、稀缺的、不可复制的异质性资源^[6]。农业科技转化的可持续发展力源于服务区域经济的能力水平,因此,选取产业交叉融合度、成果转化推广面积、培养农业专业人才、培养新型农民4个二级指标近似表示企业创造超额利润和市场价值的可持续性。

表1 农业科技成果转化创新绩效评价指标设计

一级指标	二级指标	指标界定
创新投入能力 B_1	技术人员密度(X_{11}) 人才引进(X_{12}) 外部融资额(X_{13}) 研发投入率(X_{14})	研发技术人员/全部职工人数 高端农业科技人才的引进数量 含财政投入、股权融资、风险投资、银行贷款 研发支出/营业收入
创新产出能力 B_2	国内专利授权量(X_{21}) 获得省部级以上奖励数(X_{22}) 转化科技成果数(X_{23}) 新建科技示范基地数(X_{24}) 新改扩建生产线数(X_{25}) 销售毛利率(X_{26}) 出口创汇收入(X_{27})	专利、发明专利、鉴定成果、新品种、软件著作权、行业技术标准 获得省部级以上奖励的数量 科技成果培育转化数量 新建科技示范基地数量 新建、改扩建生产线数量 新增利税/营业收入 产品出口创汇收入
创新可持续发展力 B_3	产业交叉融合度(X_{31}) 成果转化推广面积(X_{32}) 培养农业专业人才(X_{33}) 培养新型农民(X_{34})	带动上下游产业实现产值数量 成果转化推广面积 培养农业专业人才的数量 培养新型农民的数量

2.2 农业科技成果转化创新绩效评价模型的构建

2.2.1 熵权法 熵权法是一种对数据进行客观赋权的方法,采用熵权法确定指标权重采用如下主要步骤:首先,对数据进行无量纲化处理。本研究选取的指标均为正向指标(即数值大小同反映内容好坏同向变动),无须进行方向转换,但指标数值之间存在数量级的不同,因此须要对数据进行无量纲化处理。本研究选用 $\min - \max$ 方法进行标准化处理,即新数据 = (初始数据 - 最小值)/(最大值 - 最小值)。Min - max 标准化后的数据值介于 0 ~ 1 之间,为确保熵权法计算结果有实际意义,将标准化后所有数据正向移动 1 个单位,使最终得到的各指标数据介于 1 ~ 2 之间^[6]。然后按照顺序先后,根据公式(1)计算 i 评价对象 j 指标值占所有评价对象 j 指标值之和的比重 P_{ij} 。其次,根据公式(2)计算 j 指标的熵值 E_j 。再次,根据公式(3)计算变异系数 G_i 。最后,根据公式(4)计算 j 指标的权重。其中, $\sum_{i=1}^n W_j = 1$,得出的熵权即为构建农业科技成果转化创新指数中的权重。

$$P_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^m r_{ij} \quad (m \text{ 为样本数}); \quad (1)$$

$$E_j = (-\ln m) \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}; \quad (2)$$

$$G_j = 1 - E_j; \quad (3)$$

$$W_j = G_j / \sum_{j=1}^n G_j \quad (n \text{ 为指标数}). \quad (4)$$

2.2.2 灰色综合评价方法 灰色综合评价方法是以灰色关联分析为指导,通过灰色关联度分析来比较不同对象的优劣程度的方法,具体计算步骤如下:首先,确定最优指标集。从不同评价对象的同一指标中选取一个最优值,将各评价指标的最优值组成最优指标集。由于本研究选取的均为正向指标,因此选择各个指标中的最大值作为指标组成的最优指标集,记为 $U^* = (r_{01}, r_{02}, \dots, r_{0n})$ 。其次,将最优指标集和其他

指标集共同组成矩阵 $Z = \begin{bmatrix} r_{0j} \\ r_{ij} \end{bmatrix}$ 。 r_{ij} 表示第 i 评价对象第 j 个

指标的标准化数据,其中, $i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n$ 。最后,灰色关联系数的计算及评价矩阵的确定。经过上述处理,将最优指标集和各评价对象指标分别定为参考序列和比较序列。第 i 个评价对象和最优指标集的第 j 个指标之间的灰色关联系数 $p_{ij} = \frac{\min_i \min_j |r_{0j} - r_{ij}| + \xi \max_i \max_j |r_{0j} - r_{ij}|}{|r_{0j} - r_{ij}| + \xi \max_i \max_j |r_{0j} - r_{ij}|}$, 其

中 $i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n$ 。其中, $\xi \in [0, 1]$ 为分辨系数,一般将其取值 $\xi = 0.5$; $\min_i \min_j |r_{0j} - r_{ij}|$ 为两级最小差, $\max_i \max_j |r_{0j} - r_{ij}|$ 为两级最大差,两者均为常量。第 i 个评价对象的第 j 个指标 r_{ij} 距其最优指标集的第 j 个指标 r_{0j} 愈近,则

$|r_{0j}-r_{ij}|$ 愈小,灰色关联系数 p_{ij} 愈大,表明此评价对象与最优指标越接近,显然, $p_{ij} \in (0,1]$ 。最后将 p_{ij} 组成评价矩阵 $R=[p_{ij}]_{m \times n}$ 。

2.2.3 农业科技成果转化创新绩效评价模型的生成:权重与灰色关联度的线性集成 通过评价指标的选取和指标权重的设置,将权重与灰色关联度进行线性集成,最终构建的农业科技成果转化创新绩效评价模型如下。

农业科技成果转化创新绩效评价得分 = Σ 创新投入能力 + Σ 创新产出能力 + Σ 可持续发展能力。
其中: Σ 创新投入能力 = $\Sigma W_j \times p_{ij}, j = 11, 12, 13, 14$; Σ 创新产出能力 = $\Sigma W_j \times p_{ij}, j = 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27$; Σ 可持续发展能力 = $\Sigma W_j \times p_{ij}, j = 31, 32, 33, 34$ 。

3 农业科技成果转化创新绩效评价实证分析

3.1 样本选取、数据来源及指标预处理

根据上述构建的农业科技成果转化创新绩效评价指标体系,以四川省“十二五”以来完成的 142 个重大农业科技成果转化项目为样本进行问卷调查。问卷调查涉及农畜超级种专项 59 个、优势特色现代农业专项 83 个,142 份问卷全部收回,剔除无效问卷 3 份,得到有效问卷 139 份。问卷调查表涵盖了所有评价指标,当然,部分指标根据调查数据计算得出。根据上述提到的无量纲化处理方式,对数据进行标准化处理,最终得到的各指标数据介于 1~2 之间。

3.2 权重的计算

根据上述熵权法计算步骤及公式,计算出农业科技成果转化创新绩效评价指标体系中的各指标权重值(表 2)。

表 2 农业科技成果转化创新绩效评价指标体系权重确定

一级指标及权重	二级指标	权重值
创新投入能力 B ₁ 0.333	技术人员密度(X ₁₁)	0.160
	人才引进(X ₁₂)	0.058
	外部融资额(X ₁₃)	0.075
	研发投入率(X ₁₄)	0.041
创新产出能力 B ₂ 0.516	国内专利授权量(X ₂₁)	0.112
	获得省部级以上奖励数(X ₂₂)	0.109
	转化科技成果数(X ₂₃)	0.075
	新建科技示范基地数(X ₂₄)	0.029
	新改扩建生产线数(X ₂₅)	0.086
	销售毛利率(X ₂₆)	0.029
	出口创汇收入(X ₂₇)	0.075
创新可持续发展力 B ₃ 0.151	产业交叉融合度(X ₃₁)	0.038
	成果转化推广面积(X ₃₂)	0.034
	培养农业专业人才(X ₃₃)	0.029
	培养新型农民(X ₃₄)	0.050

3.3 实证结果与结论分析

通过灰色关联系数的计算及评价矩阵的确定,计算得出样本企业农业科技成果转化创新绩效评价得分,并按照综合创新绩效得分进行排名(限于篇幅,表 3 为排名前 20 位的企业,表 4 为排名后 20 位的企业)。得分越高,表明其科技创新投入能力、科技创新产出能力、科技创新可持续发展力越强。

表 3 前 20 位样本企业农业科技成果转化综合创新绩效排名

编号	项目编号	得分			
		综合创新绩效	创新投入绩效	创新产出绩效	可持续发展绩效
1	2012NC0022	0.315	0.326	0.327	0.252
2	2012NC0008	0.300	0.271	0.315	0.313
3	2013NC0009	0.298	0.316	0.298	0.254
4	2013NC0047	0.296	0.371	0.261	0.250
5	2013NC0046	0.295	0.371	0.259	0.250
6	2011CNZ0013	0.294	0.254	0.332	0.250
7	2013NC0045	0.294	0.371	0.256	0.252
8	2014NC0001	0.293	0.312	0.292	0.254
9	2013NC0044	0.292	0.371	0.252	0.253
10	2013NC0049	0.289	0.360	0.255	0.250
11	2013NC0048	0.289	0.360	0.254	0.251
12	2011CNZ0009	0.289	0.314	0.284	0.252
13	2013NC0050	0.289	0.359	0.254	0.250
14	2011CNZ0015	0.288	0.271	0.306	0.262
15	2013NC0025	0.284	0.321	0.271	0.250
16	2013NC0011	0.280	0.261	0.299	0.252
17	2013NC0034	0.279	0.260	0.300	0.250
18	2011CNZ0003	0.279	0.255	0.302	0.252
19	2012NC0011	0.279	0.262	0.298	0.251
20	2011CNZ0023	0.278	0.275	0.288	0.251

通过分析样本企业综合创新绩效得分的排名结果及实证分析过程中整合的创新投入能力、创新产出能力、创新可持续发展能力等单项指标指数可知:(1)从权重计算结果来看,创新产出能力在农业科技成果转化创新绩效得分中所占的权重最高,说明农业科技成果的产业化对农业科技成果转化创新绩

效的凸显作用。15 个二级评价指标按照变异系数大小分为 3 档:技术人员密度、专利授权量和获得省部级以上奖励数 3 个指标最为重要,其权重之和达到 38.1%;其次是人才引进、外部融资额、出口创汇数、转化科技成果数和新改扩建生产线数,其权重之和接近 37%;其他指标权重之间差异不大,对农业

表 4 后 20 位样本企业农业科技成果转化综合创新绩效排名

编号	项目编号	得分			
		综合创新绩效	创新投入绩效	创新产出绩效	可持续发展绩效
1	2012NC0010	0.254	0.257	0.252	0.250
2	2014NC0029	0.254	0.256	0.253	0.250
3	2011CNZ0014	0.254	0.256	0.253	0.251
4	2011CNZ0005	0.254	0.253	0.254	0.252
5	2011CNZ0007	0.254	0.257	0.252	0.250
6	2013NC0008	0.253	0.252	0.255	0.250
7	2012NC0015	0.253	0.255	0.253	0.251
8	2014NC0016	0.253	0.255	0.253	0.250
9	2014NC0015	0.253	0.253	0.254	0.250
10	2011CNZ0001	0.253	0.255	0.252	0.250
11	2013NC0031	0.253	0.257	0.251	0.250
12	2013NC0002	0.253	0.256	0.251	0.250
13	2013NC0038	0.253	0.251	0.254	0.250
14	2012NC0024	0.253	0.253	0.253	0.250
15	2014NC0022	0.253	0.254	0.253	0.250
16	2014NC0011	0.252	0.253	0.252	0.250
17	2014NC0006	0.252	0.253	0.251	0.250
18	2013NC0014	0.251	0.253	0.250	0.250
19	2014NC0019	0.251	0.252	0.251	0.250
20	2011CNZ0011	0.251	0.250	0.252	0.250

科技成果转化创新绩效影响力相当。

(2) 排名靠前企业共有的经验。本研究按照综合创新绩效得分的高低选取排序前 20 位的农业科技成果转化项目,其综合创新指数、创新投入指数、创新产出指数、创新可持续指数的关联度趋势见图 1。由图 1 可知,第一,创新投入能力普遍较高。前 20 位企业的平均技术人员密度达到 49%,大幅领先于样本企业 19% 的平均技术人员密度,员工的整体素质普遍较高。融资约束较低,前 20 位企业的平均外部融资额达到 4 500 万元,高于样本企业 2 000 万元的平均外部融资额;外部融资方式呈现多样化,机构投资和个人投资占比普遍高于银行贷款,股权筹资已经成为前 20 位企业的主要筹资方式。第二,创新产出能力普遍较高且均衡。前 20 位企业的平均专利授权量为 9.5 件,远高于样本企业 3.5 件的平均专利授权量;获得省部级以上的奖励数平均为 0.75 项,远高于样本企业 0.2 项的省部级以上的平均奖励数;销售毛利率达到 34%,高于样本企业 19% 的平均毛利率,盈利能力较高,体现

出较好的成长性。第三,从几何图形看,围绕综合创新绩效曲线,前 20 位企业的创新投入、创新产出及创新可持续指数曲线收敛性较高,大体上与企业的创新能力的趋势相符。另外,创新可持续指数曲线与综合创新指数曲线拟合度较高,表明可持续发展能力对农业科技创新的基础优化作用明显。第四,农业科技创新能力与区域科技服务业的发展趋势相符。前 20 位企业中,成都市的农业科技转化企业占比达 65%,这与成都市科技创新驱动战略对当地科技服务业发展的重视程度以及相关政策的制定和实施密不可分,促进了成都市农业科技服务产业的发展;其次是眉山市,占比为 20%,主要是因为眉山市政府高度重视泡菜产业发展,举全市之力强力推进,已将东坡泡菜产业打造成“百亿”级产业。

(3) 排名靠后企业共存的问题。根据上述思路,按照综合创新指数的高低选取排序后 20 位的农业科技成果转化项目,其创新绩效的关联度趋势见图 2。由图 2 可知,第一,创新投入能力较低,技术人员匮乏。后 20 位企业的平均技术人

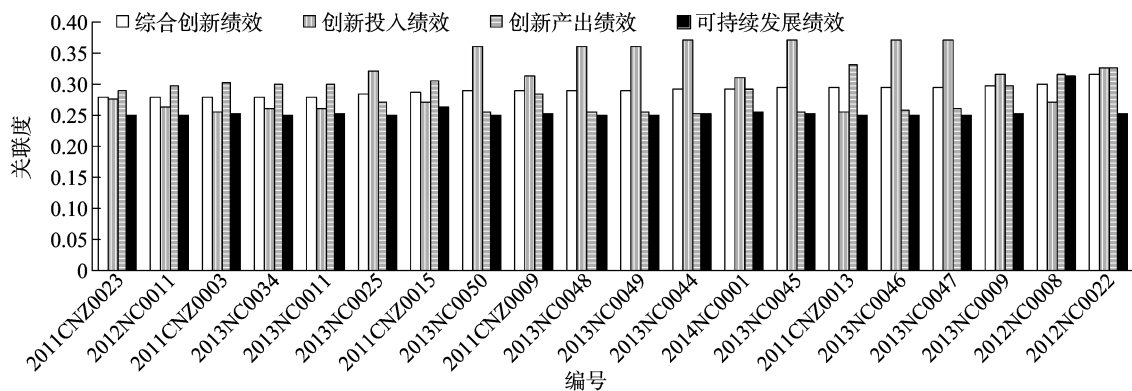


图1 排名前 20 位农业科技成果转化项目创新绩效关联度趋势

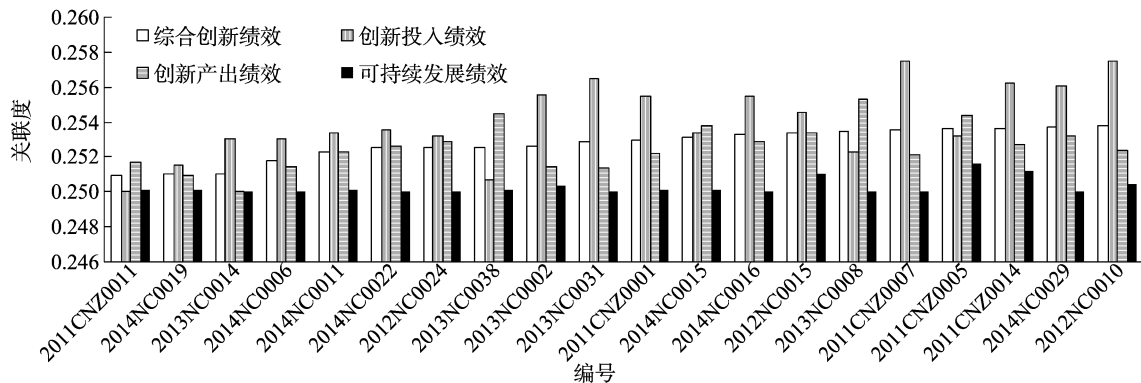


图2 排名后 20 位农业科技成果转化项目创新绩效关联度趋势

员密度仅为 6.5%,员工整体素质不高,其研发投入率仅为 2.3%,这些都会影响公司创新活动的后劲。融资约束较高,后 20 位企业的平均外部融资额仅为 490 万元;仅有 1 家企业获得机构投资者的投入,外部融资方式以财政科技经费投入和抵押贷款为主,产业化发展所需要的资金量极度紧张且难以获取。第二,创新产出能力普遍较差。后 20 位企业的平均专利授权量仅为 0.45 件;获得省部级以上的奖励数平均为 0;销售毛利率仅为 13%,低于样本企业 19% 的平均毛利率。第三,从几何图形看,围绕综合创新绩效曲线,后 20 位企业的创新投入、创新产出及创新可持续指数曲线分散性较高,反映出创新能力的不均衡性。且创新可持续指数曲线与综合创新指数曲线拟合度较低,整体上低位运行,说明可持续发展能力较差。第四,后 20 位的企业中,成都市的企业仅有 1 家,大多分布在科技服务产业发展较慢的区域。

4 结论与启示

本研究基于创新理论、核心竞争力理论和可持续发展理论,通过将熵权法与灰色综合评价法相结合的方法构建农业科技成果转化创新绩效评价方法,并以四川省“十二五”期间的重大农业科技成果转化项目为样本进行实证检验,结果表明,首先,技术人员密度对农业科技成果转化创新绩效的提升意义重大。农业科技企业的的高管在加大 R&D 投入力度的同时,应大力提高研发人员的素质,通过引进和培养高素质的研发人员提升企业的技术创新能力,进而为企业创造超额利润和价值。政府部门应加大对农业企业在高层次人才引进与培养方面的支持力度;有针对性地对农业科技服务行业中的人员进行职业技术培训,提高农业技术人员的专业素质和能力水平;优化高校、科研院所的产学研合作方式,鼓励高校为农业科技服务行业储备相关人才。其次,从专利数量看,专利在

样本企业之间的分布不均衡,大部分企业的专利授权量较少、创新能力较弱。从专利质量来看,代表技术含量更高的发明专利在样本企业中差距更是悬殊。前 20 位企业发明专利数量均值是后 20 位企业均值的 6.5 倍。因此,农业企业高管及政府部门应鼓励企业追求“高精尖”领域的创新,并推动创新驱动发展战略的落地。再次,农业科技转化创新方向应契合区域优势特色农业产业,提高转化技术成熟度。以“一带一路”倡议为导向,调整农业产业结构,提高农产品的国际竞争力。同时,应通过农业科技政策牵引,财政资金引导,项目带动,建立多层次、多部门协同机制,引导涉农企业、国际金融机构等多领域、多形式地参与农业科技转化项目。最后,外部投资者可以通过农业科技成果转化创新绩效排名了解公司在综合创新能力、市场竞争力和发展潜力等方面的基本状况,进而对其市场估值进行判断,并为投资决策提供参考。

参考文献:

- [1] 毛学峰,孔祥智,辛翔飞,等. 我国“十一五”时期农业科技成果转化现状与对策[J]. 中国科技论坛,2012(6):126-132.
- [2] 徐彬,段晓明. 农业科技成果转化推广绩效实证研究[J]. 西南农业学报,2011,24(3):1188-1190.
- [3] 王志丹,吴敬学,毛世平. 不同科技创新主体农业科技成果转化绩效研究[J]. 中国科技论坛,2013(12):135-140.
- [4] 张琳,吴敬学,王敬华,等. 我国农业科技成果转化资金绩效评价研究[J]. 中国科技论坛,2014(5):149-154.
- [5] 刘笑冰,申强,何忠伟. 我国农业科技成果转化资金绩效实证研究[J]. 农业技术经济,2015(6):74-81.
- [6] 苑泽明,金宇,王天培. 上市公司无形资产评价指数研究——基于创业板上市公司的实证检验[J]. 会计研究,2015(5):72-79,95.